

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/052053 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H05B 3/03**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2003/013352**

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. November 2003 (27.11.2003)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
102 56 657.7 3. Dezember 2002 (03.12.2002) **DE**
102 56 594.5 4. Dezember 2002 (04.12.2002) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
AU, GB, IE, IL, IN, JP, KP, KR, NZ, SG, US, ZA): **SCHOTT
GLAS [DE/DE]**; Hattenbergstrasse 10, 55122 Mainz (DE).

(71) Anmelder (nur für **AU, BB, BF, BJ, BZ, CF, CG, CI, CM, GA, GB, GD, GE, GH, GM, GN, GQ, GW, IE, IL, IN, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, MG, ML, MN, MR, MW,**

MZ, NE, NZ, SD, SG, SL, SN, SZ, TD, TG, TT, TZ, UG, VN, ZA, ZM, ZW): **CARL-ZEISS-STIFTUNG TRADING AS
SCHOTT GLAS [DE/DE]**; Hattenbergstrasse 10, 55122 Mainz (DE).

(71) Anmelder (nur für **BB, BF, BJ, BZ, CF, CG, CI, CM, GA, GD, GE, GH, GM, GN, GQ, GW, JP, KE, KG, KZ, LC, LK, LR, LS, MG, ML, MN, MR, MW, MZ, NE, SD, SL, SN, SZ, TD, TG, TT, TZ, UG, VN, ZM, ZW**): **CARL-ZEISS-STIFTUNG [DE/DE]**; 89518 Heidenheim an der Brenz (DE).

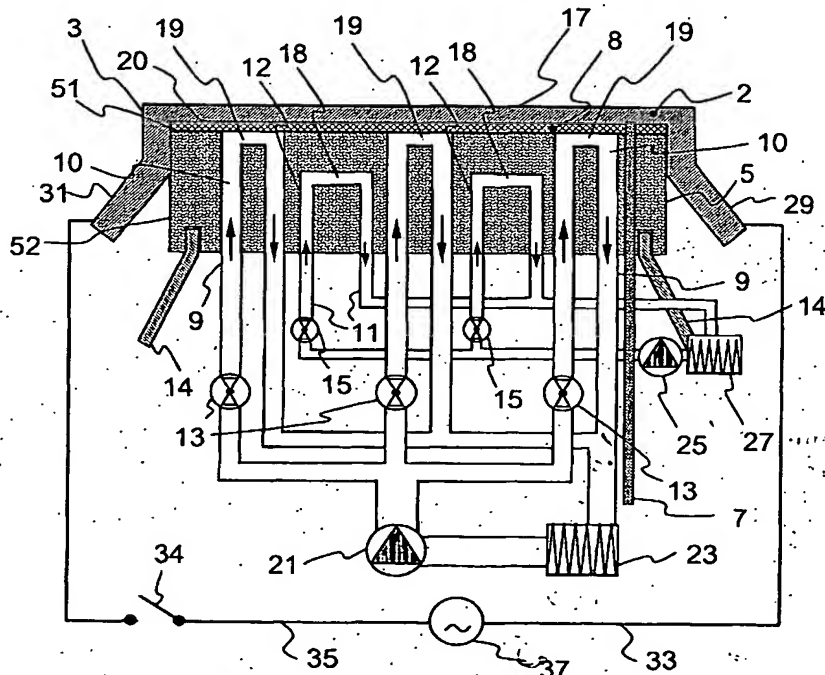
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für **US**): **EICHHOLZ, Rainer [DE/DE]**; Am Weisel 94, 55126 Mainz (DE). **RÄKE, Guido [DE/DE]**; Waldlaubersheimer Strasse 34, 55452 Rümmlsheim (DE). **OHMSTEDE, Volker [DE/DE]**; An Den Frankengräbern 13, 55129 Mainz (DE). **WEIDMANN, Günter [DE/DE]**; Adelbergstrasse 14, 55237

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **HEATING DEVICE COMPRISING AN ELECTRODE FOR THE CONDUCTIVE HEATING OF MELTS**

(54) Bezeichnung: **HEIZVORRICHTUNG MIT ELEKTRODE ZUR KONDUKTIVEN BEHEIZUNG VON SCHMELZEN**



(57) Abstract: The invention relates to a heating device (1) for the conductive heating of melts, in particular for the rapid fusion, refining and/or conditioning of melts, said device permitting improved cooling. Said heating device comprises at least one electrode (3), in addition to a first cooling system, whose cooling power can be variably set and/or regulated.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung sieht eine Heizvorrichtung (1) zur konduktiven Beheizung von Schmelzen, insbesondere zum raschen Einschmelzen, zur Läuterung und/oder Konditionieren von Schmelzen vor, welche eine verbesserte Kühlung aufweist. Dazu umfasst die Heizvorrichtung zumindest eine Elektrode (3), sowie ein erstes Kühlsystem mit variabel stell- und/oder regelbarer Kühlleistung.



Flonheim (DE). LENTES, Frank-Thomas [DE/DE]; Goethestrasse 9, 55411 Bingen (DE). STELLE, Thomas [DE/DE]; Josefstrasse 64, 55118 Mainz (DE). SCHÄFER, Ernst-Walter [DE/DE]; Obergasse 7, 55576 Welgesheim (DE). RÖMER, Hildegard [DE/DE]; Heidegasse 9, 61184 Karben (DE). SCHOLLMAYER, Jörg [DE/DE]; Draiserstrasse 68, 55128 Mainz (DE). HUNNIUS, Holger [DE/DE]; Peter-Cornelius-Platz 6, 55118 Mainz (DE). DRUSCHKE, Frank-Jürgen [DE/DE]; Freiherr-von-Stein-Strasse 14, 55131 Mainz (DE).

(74) **Anwalt:** HERDEN, Andreas; Blumbach, Kramer & Partner GbR, Alexandrastrasse 5, 65187 Wiesbaden (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,

PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Heizvorrichtung mit Elektrode zur konduktiven Beheizung von
Schmelzen

5

Beschreibung

- Die Erfindung betrifft eine Heizvorrichtung zur konduktiven Widerstandsheizung von Schmelzen, insbesondere zum raschen Einschmelzen von Gemenge und/oder zur Läuterung und/oder
- 10 Konditionieren von Schmelzen, welche zumindest eine Elektrode zur konduktiven Beheizung von Schmelzen, insbesondere eine gekühlte Elektrode zur konduktiven Beheizung von Schmelzen umfasst.
- 15 Die konduktive Beheizung von Schmelzen wird unter anderem bei der Läuterung von Glasschmelzen eingesetzt. Bei der Läuterung werden Blasen aus der Glasschmelze, bevorzugt unter Zusatz spezieller Läutermittel ausgetrieben. Um die Blasen austreiben zu können, ist eine möglichst geringe Viskosität
- 20 der Schmelze erwünscht. Diese wird im allgemeinen dadurch erreicht, daß in einer Läuterzone der Schmelze hohe Temperaturen eingestellt werden. Jedoch können die Temperaturen der Schmelze nicht beliebig hoch gewählt werden, da die einstellbare Temperatur hinsichtlich der endlichen
- 25 Temperaturbeständigkeit der Bauteile der Schmelzvorrichtung begrenzt ist. Insbesondere sind keine praktisch verwendbaren

Kontaktmaterialien bekannt, die oberhalb von 1700°C langzeitstabil sind.

Um dennoch höhere Temperaturen erreichen zu können, ist es
5 bekannt, wassergekühlte, metallische Wandungsteile für die
Schmelzwanne zu verwenden. Durch die gekühlten Wandungsteile
werden jedoch hohe Energieverluste verursacht, die durch die
Heizung wieder kompensiert werden müssen. Eine für die
Hochtemperaturläuterung geeignete Heizung muß also
10 hinreichend große Heizleistungen aufbringen.

Zum Beheizen der Schmelze wird unter anderem die
Hochfrequenzbeheizung verwendet. Diese Technik wird auch
insbesondere zusammen mit der Skalltechnik, also mit
15 gekühlten Wandungsteilen verwendet. Jedoch ist die
Hochfrequenzbeheizung nicht für alle Glassorten geeignet, da
die Schmelzen eine gewisse Mindestleitfähigkeit aufweisen
müssen. So ist das Verfahren für Schmelzleitfähigkeiten
kleiner als $0,01 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ ungeeignet. Bereits bei
20 Leitfähigkeiten unterhalb von etwa $0,1 \Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ wird aber schon
die Prozeßstabilität bei der Hochfrequenzbeheizung so
schlecht, daß diese Technik in derartigen Fällen nur
beschränkt oder kaum einsetzbar ist.

25 Für eine gute Leitfähigkeit von Glasschmelzen sind besonders
Alkaliionen verantwortlich. So sind andererseits Gläser, die
wenig oder gar keinen Alkalimetallanteil haben, oft nur
schlecht leitfähig. Gerade solche Gläser sind jedoch oft
technische Spezialgläser, bei denen es zumeist auf besondere
30 Reinheit und Blasenfreiheit ankommt, die aber mittels
Hochfrequenzbeheizung aufgrund der schlechten Leitfähigkeit
nur schlecht zu behandeln sind.

Neben der Hochfrequenzbeheizung können auch wassergekühlte Elektroden zur konduktiven Beheizung von Schmelzen eingesetzt werden. Aus der GB 644,463 ist eine wassergekühlte

- 5 Platinelektrode bekannt, welche im wesentlichen nur an einem thermischen Arbeitspunkt effektiv betrieben werden kann. Es ist hierbei stets sicherzustellen, daß die Platinelektrode nicht durch Überhitzung geschädigt wird. Da bei Erwärmung der Schmelze jedoch auch die Gefahr einer Schädigung der
- 10 Platinelektrode besteht, wird in der Regel das zugeführte Kühlmittel eine Abkühlung bewirken, welche einen sicheren thermischen Abstand zu denjenigen Temperaturen einhält, bei welchen das Platin Schädigungen unterliegen kann. Hierdurch wird jedoch ein Teil der Heizleistung der konduktiven
- 15 Elektroden wieder "weggekühlt" und muß durch erhöhte Energiezufuhr kompensiert werden. Die zusätzliche Heizleistung wird wieder mit einer erhöhten Kühlleistung abgefangen und der thermische Sicherheitsabstand erzeugt bei herkömmlichen gekühlten Elektroden eine äußerst
- 20 unbefriedigende energetische Gesamtbilanz.

- Bei einer zu starken, nicht regelbaren Kühlung der konventionellen Elektroden besteht darüber hinaus die Gefahr, dass die konduktive Beheizung auf Grund eines zu hohen
- 25 Übergangswiderstandes zwischen Elektrode und Schmelze, der durch aufgefrorenes Glas entsteht, nicht zu starten ist. Die lokale Kühlleistung auf der Oberfläche dieser Elektroden ist ferner im wesentlichen durch die Anordnung der Kühlkanäle und durch die Elektrodengeometrie vorgegeben und
- 30 läßt sich daher nicht den äußeren Bedingungen anpassen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Heizvorrichtung zur konduktiven Beheizung von Schmelzen zu schaffen, welche eine verbesserte Kühlung ermöglicht.

- 5 Diese Aufgabe wird bereits in höchst überraschend einfacher Weise durch eine Heizvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Unteransprüche.

10

Dementsprechend umfasst eine erfindungsgemäße Heizvorrichtung zur konduktiven Beheizung von Schmelzen, insbesondere zum raschen Einschmelzen, zur Läuterung und/oder zum Konditionieren von Schmelzen zumindest eine Elektrode und
15 zumindest ein erstes Kühlsystem mit Mitteln zur zeitlich und örtlich variablen Steuerung und/oder Regelung der Kühlleistung in mehreren wählbaren Bereichen der Elektrode. Die variable Einstellung und/oder Regelung der Kühlleistung kann dabei sowohl zeitlich, als auch örtlich an der
20 Kontaktfläche des Schmelzkontaktmaterials der Elektrode zur Schmelze variabel eingestellt und/oder geregelt werden.

Damit wird in äußerst vorteilhafter Weise nicht nur die Temperatur der Oberfläche des Schmelzkontaktmaterials,

- 25 sondern auch die räumliche Temperaturverteilung der Schmelze selbst beeinflussbar. Neben der Temperatur der Schmelze kann so auch beispielsweise die Form und Richtung von Konvektionsströmen in der Schmelze bestimmt werden.

- 30 Das Konditionieren von Schmelzen bedeutet in diesem Zusammenhang die Vorbereitung einer Schmelze auf die Bedingungen der Heißformgebung. Diese umfassen insbesondere

eine Herabsenkung des Temperaturniveaus und die Homogenisierung der Temperaturverteilung.

Sowohl bei der Hochfrequenzbeheizung, als auch bei der
5 konduktiven Beheizung konnte bisher die räumliche Temperaturverteilung, beziehungsweise der räumliche Energieeintrag durch die festgelegte Intensitätsverteilung des zum Heizen benutzten Hochfrequenzfeldes oder der Elektrodengeometrie kaum beeinflusst werden. Die Erfindung
10 schafft demgegenüber eine variable Einstell- und/oder Regelbarkeit der räumlichen Schmelztemperaturverteilung, wobei die Anwendbarkeit der Erfindung im Gegensatz zur Hochfrequenzbeheizung außerdem hinsichtlich der Leitfähigkeit der Schmelze kaum eingeschränkt ist.

15 Umgekehrt kann eine erfindungsgemäße Vorrichtung auch so betrieben werden, daß der Wärmefluß durch die Elektrode aufgrund von innerhalb der Schmelze vorhandenen Temperaturgradienten ausgeglichen wird, so daß auf dem
20 Schmelzkontaktmaterial der Elektrode eine gleichmäßige Oberflächentemperatur erreicht wird. Dies erlaubt eine Reduzierung der Kühlleistung auf das notwendige Minimum, somit auch eine Reduzierung der Heizleistung und verbessert die energetische Gesamtbilanz erheblich. Außerdem kann die
25 Oberflächentemperatur auf sichere Weise nahe an den materialabhängigen Grenzen gehalten werden. Beispielsweise sollte eine Platinelektrode kurzfristig nicht auf über 1650°C und im Langzeitbetrieb nicht auf über 1550°C erhitzt werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung erlaubt hier einen Betrieb,
30 bei welchem die Temperatur nahezu der gesamten Oberfläche des Schmelzkontaktmaterials der Elektrode gleichmäßig nahe bei dieser Grenze gehalten werden kann. Im Gegenzug kann auf

diese Weise durch Reduzierung der Kühlleistung, sowie eine möglichst gleichmäßig heiße Oberfläche des Schmelzkontaktmaterials in der Schmelze eine hohe Spitzentemperatur erreicht werden, die weit über der Temperatur der Oberfläche des Schmelzkontaktmaterials liegt. In erfindungsgemäßer und für den Fachmann überraschender Weise kann die Schmelztemperatur in der Schmelze erstmalig mehr als 200°C über der höchsten Temperatur an der Elektrodenoberfläche liegen. Dadurch wird entsprechend auch die Läuterung der Schmelze verbessert und beschleunigt. Die Erfindung bringt aber bereits auch Vorteile, wenn die Temperatur von Bereichen der Schmelze nur 50°C, 100°C oder 150°C über der Temperatur der Elektrodenoberfläche liegt.

Auf diese Weise kann die Temperatur in der Schmelze zumindest in einem Bereich der Schmelze die Anwendungsgrenztemperatur des Schmelzkontaktmaterials der Elektrode überschreiten. Als Anwendungsgrenztemperatur wird die Temperatur verstanden, bis zu der ein Einsatz der Elektroden für die gängigsten Elektroden-, beziehungsweise Schmelzkontaktmaterialien möglich ist. Anwendungsgrenztemperaturen verschiedener Schmelzkontaktmaterialien werden auch in der am gleichen Tag wie die vorliegende Erfindung eingereichten PCT-Anmeldung der Anmelderin mit dem Titel „Verfahren und Vorrichtung zur Beheizung von Schmelzen“ beschrieben, deren Offenbarungsgehalt diesbezüglich zum Gegenstand auch der vorliegenden Anmeldung gemacht wird.

Anwendungsgrenztemperaturen für verschiedene Schmelzkontaktmaterialien sind unter anderem auch in den Veröffentlichungen

[1] Johnson Matthey Noble Metals: "Platinum Sheet

Material for the Glass Industry",

- [2] Glass Science and Technology 13: „Metals in Glassmaking“, Roland Kirsch (Ed.), Elsevier, Amsterdam, London, New York, Tokyo, 1993

- 5 [3] E. Drost, H. Gölitzer, M. Poniatowski, S. Zeuner: „Platinwerkstoffe für Hochtemperatur-Einsatz“, Metall - Internationale Zeitschrift für Technik und Wirtschaft Nr.7/8 1996, Seiten 492 - 498, Metallverlag Berlin/Heidelberg 7/8 1996, und

- 10 [4] „Precious Metals Science and Technology“: L. S. Benner, T. Suzuki, K. Meguro, S. Tanaka (Eds.), The International Precious Metals Institute, USA, 1991,

angegeben, deren Offenbarung diesbezüglich ebenfalls durch
15 Bezugnahme in die vorliegende Erfindung mit aufgenommen wird.

Es liegt außerdem im Rahmen der Erfindung, ein Schmelzaggregat zur konduktiven Beheizung von Schmelzen anzugeben, welches zumindest eine erfindungsgemäße
20 Heizvorrichtung umfaßt. Ein derartiges Schmelz- und/oder Läuteraggregat, in welchem die erfindungsgemäße Heizvorrichtung als Elektrode eingesetzt werden kann, wird auch in der am gleichen Tag wie die Erfindung eingereichten PCT-Anmeldung der Anmelderin mit dem Titel „Verfahren und
25 Vorrichtung zur Beheizung von Schmelzen“ beschrieben. Der Offenbarungsgehalt dieser Anmeldung bezüglich der Konstruktion eines geeigneten Schmelz- und/oder Läuteraggregates und der darin beschriebenen Schmelz- Läuter- und Konditionierverfahren wird vollumfänglich auch zum
30 Gegenstand der vorliegenden Anmeldung gemacht.

Im allgemeinen wird eine entsprechende Schmelz- und/oder

Läutervorrichtung zwei oder mehrere der erfindungsgemäßen Heizvorrichtungen aufweisen, wobei die Betriebsspannung zwischen den Elektroden wenigstens zweier Heizvorrichtungen angelegt wird. Die Heizvorrichtungen werden vorzugsweise mit Wechselstrom, bevorzugt mit Wechselstrom mit Frequenzen im Bereich von 20 Hz bis zu 20 KHz, besonders bevorzugt im Bereich von 2 kHz bis 10 kHz betrieben, da die Korrosionsneigung des Glas- oder Schmelzkontaktmaterials der Elektroden mit steigender Frequenz abnimmt. Auch ein Betrieb mit Netzfrequenz (ca. 50 oder 60 Hz) ist jedoch möglich.

Zur Erzielung hoher Kühlleistungen ist es außerdem von Vorteil, wenn das Kühlsystem eine Fluidfördereinrichtung umfasst. Mit der Fluidfördereinrichtung wird das Kühlfluid durch die Heizvorrichtung geführt. Vorteilhaft kann die Fluidfördereinrichtung auch variabel einstell- und insbesondere regelbar ausgeführt sein, um die Gesamtkühlleistung des Kühlsystems einstellen zu können.

Mit Vorteil kann das Kühlsystem auch eine Vielzahl von FluidleitungsKanälen umfassen, durch welche das Kühlmittel hindurchgeleitet wird und dabei Wärme von der Elektrode aufnimmt. Durch die Vielzahl solcher Kanäle kann die Kühlleistung örtlich in der Heizvorrichtung gleichmäßig verteilt werden. Die einzelnen Kanäle können dabei beispielsweise auch unterschiedliche Durchmesser aufweisen.

Die Einstellung oder Regelung der Kühlleistung der erfindungsgemäßen Heizvorrichtung kann noch erheblich dadurch verbessert werden, daß zumindest ein Fluidleitungs kanal mit einer Einrichtung zur Einstellung und/oder Regelung des Durchflusses von Kühlfluid verbunden ist. Diese Einrichtung

kann beispielsweise ein Stell- oder Regelventil umfassen. Auf diese Weise kann durch Einstellung der Einrichtung die Kühlleistung des Fluidleitungskanals individuell eingestellt werden oder anhand vorgegebener Regelkennlinien geregelt werden. Insbesondere mittels einer Vielzahl solcher Einrichtungen können auf der Oberfläche des Schmelzkontaktmaterials zeitliche und örtliche, insbesondere laterale Temperaturverläufe eingestellt und insbesondere durch eine Regelung sicher eingehalten werden. Dies ermöglicht so beispielsweise eine Feineinstellung der Form und Richtung der in der Schmelze vorhandenen Konvektionsströme.

Das Kühlsystem kann für verschiedenartige Kühlmittel ausgelegt sein. Beispielsweise kann das Kühlsystem eine Luftkühlung und/oder eine Flüssigkeitskühlung und/oder eine Aerosolkühlung umfassen.

Um eine zeitlich und/oder örtlich einstell- und/oder regelbare Kühlung zu erreichen, ist es auch vorteilhaft, wenn die Heizvorrichtung ein weiteres Kühlsystem umfasst. Durch eine entsprechende Anordnung der Kühlsysteme kann durch die Abstimmung der Kühlleistungen dabei eine örtliche Anpassung der Kühlleistung vorgenommen werden. Die Kühlsysteme können auch so ausgelegt sein, daß eines der Systeme eine Grob- und das andere eine Feinregulierung oder Einstellung der Gesamtkühlleistung schafft. Besonders vorteilhaft ist dabei dementsprechend auch, wenn die Kühlsysteme mittels einer entsprechenden Einrichtung auch unabhängig voneinander regelbar sind.

Vorzugsweise ist auch das weitere Kühlsystem mit einer Vielzahl von Fluidleitungskanälen ausgestattet, welche eine örtlich verteilte Wärmeabfuhr ermöglichen. Auch diese Kanäle können mit einer Einrichtung zur Einstellung und/oder
5 Regelung des Durchflusses von Kühlfluid verbunden sein.

Gemäß einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Heizvorrichtung kann das Temperaturprofil entlang der Elektrodenoberfläche in zwei zueinander senkrechten
10 Richtungen eingestellt werde. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, indem zumindest Abschnitte der Fluidleitungskanäle des weiteren Kühlsystems vorzugsweise in Richtung senkrecht zur Wärmeausbreitungsrichtung gesehen quer zu Abschnitten von Fluidleitungskanälen des ersten
15 Kühlsystems verlaufen. Mit einer derartigen Anordnung von quer zueinander verlaufenden Kanälen kann durch einzelne Einstellung oder Regelung des Kühlmittelflusses durch diese Kanäle ein zweidimensionales Temperatur- oder
Kühlleistungsprofil eingestellt werden. Ein solcher Vorteil
20 läßt sich jedoch auch beispielsweise dadurch erreichen, daß zumindest Abschnitte der Fluidleitungskanäle des ersten Kühlsystems in verschiedenen Ebenen quer oder parallel zueinander verlaufen.

25 Die Fluidleitungskanäle des ersten und weiteren Kühlsystems können auch besonders bevorzugt zumindest abschnittsweise ineinandergeführt verlaufen. Diese Anordnung zeichnet sich unter anderem durch einen besonders kompakten und einfachen Aufbau aus.

30

Bevorzugt sind die Fluidleitungskanäle außerdem so angeordnet, daß zumindest ein Abschnitt der

Fluidleitungschanäle des ersten Kühlsystems näher an der Schmelzkontaktfläche der Elektrode angeordnet sind, als die Fluidleitungschanäle des zweiten Kühlsystems. Auf diese Weise wird in Richtung des Wärmeflusses, welcher von der Schmelzkontaktfläche der Elektrode weg auf die von der Schmelzkontaktfläche der Elektrode abgewandten Teile der Heizvorrichtung gerichtet ist, eine zweistufige Kühlung realisiert. Dadurch kann eine Einstellung und/oder Regelung des Temperaturprofils auch in dieser Richtung erreicht werden. Auch kann auf diese Weise die Kühlleistung des näher an der Schmelzkontaktfläche wirkenden Kühlsystems reduziert werden, was im allgemeinen eine genauere Einstellbarkeit und Regelbarkeit dieses Kühlsystems ermöglicht.

Die Heizvorrichtung kann außerdem eine stell- oder regelbare Heizleistungsregelung umfassen, um nicht nur die Kühlleistung, sondern auch die Heizleistung anpassen zu können. Vorteilhaft können Heiz- und Kühlleistung dabei auch in Abhängigkeit zueinander geregelt werden, so daß zum Beispiel die stell- oder regelbare Heizleistungsregelung den Heizstrom und/oder die Spannung zwischen den Elektroden in Abhängigkeit von der Kühlleistung und/oder der Schmelztemperatur und/oder der Elektrodentemperatur regelt. Besonders vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang auch eine temperaturabhängige Regelung, mit der beispielsweise ein Überhitzen des Schmelzkontaktmaterials verhindert werden kann.

Vorteilhaft kann die zumindest eine Elektrode an einer Stützvorrichtung befestigt sein. Die Stützvorrichtung ist dabei bevorzugt auf einer der Schmelzkontaktfläche abgewandten Seite angeordnet. Günstig ist es dabei ferner,

wenn eines der Kühlsysteme, insbesondere das zweite Kühlsystem die Stützvorrichtung kühlt. Die Stützvorrichtung ist vorzugsweise aus Feuerfestmaterial, wie beispielsweise feuerfesten Steinen oder Keramiken gefertigt. Insbesondere
5 kann die Stützvorrichtung auch mehrschichtig, beziehungsweise in Sandwichbauweise aufgebaut sein, wobei die Schichten vorzugsweise in Wärmeausbreitungsrichtung oder entlang der durch den hydrostatischen Druck der Schmelze ausgeübten Kräfte aufeinander abfolgen. Auf diese Weise kann
10 beispielsweise die Wärmeleitfähigkeit der Stützvorrichtung und/oder deren mechanische Stabilität verbessert werden. Ein mehrschichtiger Aufbau ermöglicht etwa die Kombination von Materialien mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit oder spezifischer Wärmekapazität in der Stützvorrichtung.

15 Besonders bevorzugt wird eine Sandwichbauweise, bei welcher die Stützvorrichtung eine erste Schicht aufweist, die zwischen der Elektrode und zumindest einer darauffolgenden zweiten Schicht angeordnet ist, wobei die erste Schicht eine
20 höhere Wärmeleitfähigkeit als die zweite Schicht aufweist. Dadurch wird die vom Schmelzkontaktmaterial anfallende Wärme gut von der ersten Schicht aufgenommen und weitertransportiert. Aufgrund der schlechteren Wärmeleitfähigkeit der zweiten Schicht wird andererseits nur
25 wenig Wärme nach außen abgegeben, sondern hauptsächlich über die Kühlung abgeführt. Für die erste Schicht sind beispielsweise schmelzgegossene und/oder dicht gesinterte Materialien, wie schmelzgegossene Aluminium-Zirkon-Silikate (AZS) und/oder Aluminiumoxid und/oder schmelzgegossene hoch
30 zirkonhaltige Materialien (HZFC) geeignet. Für die zweite Schicht sind unter anderem keramisch gebundene Materialien wie Mullit, Gesintertes Quarzglas oder schlickergegossenes

Kieselglas, das auch unter der Bezeichnung Quarzal bekannt ist, geeignet. Diese Materialien weisen eine geringere Wärmeleitfähigkeit auf und leiten entsprechend wenig Wärme nach außen ab.

5

Eine besonders effektive Kühlung der Elektrode läßt sich erreichen, indem die zumindest eine Elektrode auf wenigstens einer Seite der Stützvorrichtung aufliegt, wobei sich zumindest ein Abschnitt eines Fluidleitungs Kanals des

10 Kühlsystems entlang dieser Seite der Stützvorrichtung erstreckt. Die Kühlung läßt sich noch verbessern, indem der Abschnitt des zumindest einen Fluidleitungs Kanals zur Elektrode oder bei einer Sandwichbauweise zur ersten Schicht hin offen ausgeführt ist. Auf diese Weise kommt das Kühlfluid

15 beim Durchströmen durch den Kanal in direkten Kontakt mit dem Elektrodenmaterial.

Vorteilhaft ist außerdem eine Weiterbildung der erfindungsgemäßen Heizvorrichtung, bei welcher die zumindest

20 eine Elektrode zumindest zwei Elektrodensegmente umfaßt. Die Elektrodensegmente können unter anderem dazu geeignet sein, die Leistungsdichte durch die konduktive Heizung auf mehrere getrennte Segmente zu verteilen. Besonders vorteilhaft ist dabei außerdem, wenn die Elektrodensegmente zueinander

25 isoliert sind. Die Elektrodensegmente können dann separat mit Strom versorgt werden, was eine Reihe von Vorteilen mit sich bringt. Insbesondere kann die Heizvorrichtung auch so betrieben werden, daß der Strom zwischen den Elektrodensegmenten durch die Schmelze fließt. Dies

30 erleichtert beispielsweise das Einschmelzen von Schmelzgut, da nur ein kleiner Bereich des Schmelzguts im Schmelz- oder Läuteraggregat, in welchem die Heizvorrichtung eingesetzt

wird, aufgeschmolzen werden muß, bis eine Brücke aus geschmolzenem Material die Elektrodensegmente verbindet. Das weitere Einschmelzen kann dann durch den Betrieb der Elektrodensegmente und der Heizelektroden vorgenommen werden.

5 Außerdem kann durch einen derartigen Betrieb zwischen den Elektrodensegmenten eine Konvektionswalze im Schmelz- oder Läuteraggregat in Gang gesetzt werden.

Die zumindest eine Elektrode weist mit Vorteil ein Schmelzkontaktmaterial auf, das zumindest bei höheren
10 Temperaturen leitfähig und temperaturbeständig, sowie außerdem weitgehend inert beim Kontakt mit der Schmelze ist. Als Schmelzkontaktmaterial ist insbesondere für Glasschmelzen dabei beispielsweise ein Material geeignet, welches
15 elektrisch leitfähige Keramik, wie beispielsweise SnO_2 -Keramik und/oder Refraktärmetalle, wie insbesondere Platinmetalle, beispielsweise Iridium, Rhodium, Platin und deren Legierungen oder hochschmelzende Refraktärmetalle, wie Wolfram, Molybdän, Osmium, Hafnium, Tantal sowie deren
20 Legierungen umfasst.

Das Schmelzkontaktmaterial kann außerdem ein feinkornstabilisiertes Material umfassen. Feinkornstabilisierte Materialien werden auch als
25 dispersionsverfestigte Materialien oder oxiddispersionsgehärtete Materialien bezeichnet. Diese zeichnen sich im allgemeinen durch eine hohe Festigkeit und gute Langzeitstabilität aus. Solche feinkornstabilisierten Materialien können beispielsweise hochfeste Platin- oder
30 Iridiummaterialien sein.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung bildet die

zumindest eine Elektrode der Heizvorrichtung einen Wandbereich eines Tiegels. Der Tiegel kann dabei beispielsweise in weiterer erfindungsgemäßer Ausgestaltung auch als Skulptiegel mit gekühlten Wänden ausgeführt sein.

5

Die äußere Form und Wölbung der Schmelzkontaktfläche des Schmelzkontaktmaterials der zumindest einen Elektrode ist wahlfrei und kann der jeweiligen Anwendung, etwa der spezifischen Tiegelform angepaßt sein. Die Kontaktfläche des Schmelzkontaktmaterials kann daher beispielsweise sowohl flach, als auch konvex oder konkav gewölbt sein. Je nach Anwendung kann die Kontaktfläche auch zum Beispiel quadratisch, rechteckig, oval oder rund geformt sein.

10

15

Die Heizvorrichtungen können in das Schmelzgefäß vorteilhaft so eingebaut werden, dass eine Auswechselbarkeit gegeben ist. Um ein Herausfließen von Schmelze zwischen der Heizvorrichtung und einem Ausschnitt aus der Wandung eines Schmelzaggregates, in welche die Heizvorrichtung eingesetzt wird, zu vermeiden, ist es von Vorteil, wenn die Heizvorrichtung eine Kantenkühlung aufweist. Dabei wird an den Kanten vorbeifließende Schmelze erstarrt und schafft so die gewünschte Abdichtung.

20

25

Um eine möglichst genaue Temperatur- oder Kühlleistungsregelung durchführen zu können, ist es vorteilhaft, wenn die Heizvorrichtung zumindest einen Temperatursensor, wie etwa ein Thermoelement aufweist. Die Meßwerte des Temperatursensors können dann beispielsweise von einer Recheneinrichtung verarbeitet werden, welche ihrerseits unter Verwendung dieser Daten die Kühlleistung zeitlich

30

und/oder örtlich regeln kann. Auch die genaue Einstellbarkeit der Kühlleistung wird hierdurch unterstützt.

5 Ebenso vorteilhaft ist, wenn das Kühlsystem zumindest einen Durchflußmesser umfasst. Ein solcher Durchflußmesser kann Istwerte liefern, die mit Sollwerten für den Durchfluss von Kühlmittel durch das Kühlsystem abgeglichen werden können, um einen stabilen Betrieb mit definierten Parametern zu ermöglichen.

10

Bei einer Inbetriebnahme eines Schmelzaggregats mit erfindungsgemäßen Heizvorrichtungen muß zunächst in der Schmelze eine ausreichende Leitfähigkeit vorhanden sein, um eine konduktive Beheizung mit den Heizvorrichtungen zu ermöglichen. Das Schmelzaggregat kann dazu geeignete Einrichtungen zum Erwärmen und Einschmelzen von Gemenge oder des erkalteten Schmelzguts aufweisen. Insbesondere in der Nähe der Schmelzkontaktfläche der Elektroden der Heizvorrichtungen kann dabei aber die Leitfähigkeit der Schmelze nicht ausreichend sein, um einen hinreichenden Stromfluß durch die Schmelze zu ermöglichen. Auch kann zwischen Schmelzkontaktmaterial der Heizvorrichtung und erkaltetem Schmelzgut ein isolierender Luftspalt vorhanden sein. Dieser entsteht durch Schrumpfung des Schmelzguts beim Erkalten. Wird an die Elektrode bei vorhandenem Luftspalt eine Spannung angelegt, so kann es lokal zur Überbrückung des Luftspalts durch Ionisierung und zum Durchschießen des Stroms an dieser Stelle kommen, was zur Beschädigung des Schmelzkontaktmaterials führen kann. Vorteilhaft kann die Heizvorrichtung daher eine Einrichtung zur Beheizung einer Elektrode umfassen, mit welcher eine direkte Beheizung der Elektrode vorgenommen werden kann. Dadurch kann das

15
20
25
30

Schmelzgut im Bereich der Schmelzkontaktfläche angeschmolzen werden, um eine ausreichende Leitfähigkeit zu erreichen oder die Inbetriebnahme des Aggregats zu ermöglichen.

5 Als Einrichtung zur Beheizung der Elektrode ist insbesondere eine ohmsche Heizeinrichtung geeignet. Diese kann bevorzugt eine Stromquelle umfassen, welche an das Schmelzkontaktmaterial oder ein darunter befindliches leitfähiges Material angeschlossen ist und so einen Strom
10 durch das Schmelzkontaktmaterial oder das darunter befindliche leitfähige Material in Richtung quer zur Schmelzkontaktfläche treibt und somit geeignet ist, das Schmelz- oder Glaskontaktmaterial und/oder Teile der Elektrode selbst zu erwärmen. Dieser Betrieb wird im
15 folgenden auch als Querbestromung bezeichnet.

Die Einrichtung zur Beheizung der Elektrode kann auch eine Einrichtung zur Erwärmung des Kühlfluids umfassen. Damit kann beispielsweise die Schmelzkontaktfläche der Elektrode auf
20 eine Temperatur oberhalb des Taupunktes erwärmt werden. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn Niederschlag von Feuchtigkeit, wie sie etwa beim Einsatz von fossilen Brennern zum An- oder Vorheizen bei einer Inbetriebnahme entsteht, zu verhindern.

25 Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Dabei kennzeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Teile.

30

Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Querschnitt einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Heizvorrichtung,

5 Fig. 2 einen schematischen Querschnitt durch eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Heizvorrichtung,

Fig. 3A

und 3B Aufsichten auf die Schmelzkontaktfläche zweier Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Heizvorrichtung,

10

Fig. 4 eine schematische Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Heizvorrichtung mit segmentierter Elektrode,

Fig. 5 eine schematische Ansicht eines Schmelzaggregates zur konduktiven Beheizung von Schmelzen

15

In den Fig. 1 und 2 sind schematisch Querschnittsdarstellungen zweier Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Heizvorrichtung dargestellt, die als Ganzes mit 1 bezeichnet ist.

20

Die Heizvorrichtung 1 weist eine Elektrode 3 mit einem Schmelzkontaktmaterial 2 auf, welche mit einer Stützvorrichtung 5 verbunden ist und mit einer Seite auf der Stützvorrichtung 5 aufliegt.

25

Die Elektrode 3 ist mit elektrischen Zuleitungen 7 verbunden, welche an eine Stromversorgung zur konduktiven Heizung einer Schmelze anschließbar sind. Die Stützvorrichtung 5 ist in dieser Ausführungsform noch mit Halteblechen 14 versehen, welche zur Montage und Befestigung der Heizvorrichtung 1 an einem Schmelzaggregat dienen.

30

Die Heizvorrichtung 1 kann auch verschiebbar in einem Schmelzaggregat angeordnet sein. In diesem Fall können die Heizvorrichtungen 1 mit den Halteblechen 14 an einer Verschiebeeinrichtung befestigt sein, mit der die beispielsweise gegenüber im Aggregat angeordneten Heizvorrichtungen 1 dann aufeinander zu oder voneinander weg bewegt werden können. Eine solche Anordnung ist beispielsweise während des Anfahrens bei noch kühlerer Schmelze mit geringer elektrischer Leitfähigkeit von Vorteil.

Die Heizvorrichtung 1 wird bevorzugt so in ein Schmelz- oder Läuteraggregat integriert, daß das Schmelzkontaktmaterial 2 einen Wandbereich eines Tiegels, insbesondere eines Skulttiegels bildet. Dabei wird die Heizvorrichtung 1 so eingebaut, daß die Stützvorrichtung 5 auf der dem Schmelzkontaktbereich, beziehungsweise der Schmelzkontaktfläche 17 des Schmelzkontaktmaterials 2 abgewandten Seite der Elektrode 3 angeordnet ist. Das Schmelzkontaktmaterial 2 ist aus einem gegen die Zusammensetzung der Schmelze resistenten Material gefertigt. Als Schmelzkontaktmaterial 2 für Glasschmelzen ist elektrisch leitfähige Keramik, wie beispielsweise SnO_2 -Keramik und/oder Refraktärmetalle, insbesondere hochschmelzende Metalle, wie Wolfram, Molybdän, Osmium, Hafnium, Tantal oder deren Legierungen, und/oder Platinmetalle, insbesondere Platin, Iridium, Rhodium sowie deren Legierungen geeignet.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist die Stützvorrichtung 5 in Sandwich-Bauweise aufgebaut. Dabei weist die Stützvorrichtung eine erste Schicht 51 auf, die zwischen der Elektrode 3 und einer darauffolgenden zweiten

Schicht 52 angeordnet ist. Die erste Schicht 51 weist eine höhere Wärmeleitfähigkeit als die zweite Schicht 52 auf. Die erste Schicht 51 kann beispielsweise ein schmelzgegossenes Material, wie AZS oder HZFC aufweisen. Für die zweite Schicht 52 ist zum Beispiel ein Werkstoff wie Mullit oder Quarzal mit einer verhältnismäßig schlechten Wärmeleitfähigkeit geeignet. Die Abfolge von Schichten mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit führt dazu, daß die Wärme vom Schmelzkontaktmaterial 2 einerseits gut abgeführt und andererseits nur ein geringer Anteil der Wärme nach außen abgegeben wird. Auf diese Weise wird ein überwiegender Teil der Wärme über die Kühlsysteme abgeführt.

In Fig. 1 ist eine erste erfindungsgemäße Ausführungsform gezeigt, bei welcher die Elektrode 3 ein Schmelzkontaktmaterial 2 aus einem metallischen Werkstoff, beispielsweise aus einem Refraktärmetall, wie Wolfram, Molybdän und/oder Platin, Rhodium, Iridium, sowie deren Legierungen aufweist. Das Schmelzkontaktmaterial 2 ist auf einem Refraktärmaterial 8 oder einer elektrisch leitfähigen Keramik, wie beispielsweise einer SnO_2 -Keramik aufgebracht.

Die Stützvorrichtung 5 weist eine Vielzahl von Anschlüssen 9 auf, die mit Fluidleitungschanälen 10 im Inneren der Stützvorrichtung verbunden sind, wobei die Anschlüsse 9, sowie die mit diesen verbundenen Fluidleitungschanäle 10 Bestandteile eines ersten Kühlsystems sind.

Die Stützvorrichtung 5 weist außerdem eine Vielzahl von weiteren Anschlüssen 11 auf, die ebenfalls im Inneren der Stützvorrichtung mit Fluidleitungschanälen 12 verbunden sind. Diese Anschlüsse 11 und die damit verbundenen

FluidleitungsKanäle 12 sind Bestandteil eines weiteren Kühlsystems.

5 Anhand der Querschnittsansicht ist schematisch gezeigt, daß bei dieser Ausführungsform jeweils zwei Anschlüsse 9 mit einem FluidleitungsKanal 10 des ersten Kühlsystems verbunden sind, wobei ein Anschluß 9 der Zuleitung und ein weiterer Anschluß 9 der Rückleitung von Kühlmittel dient. Die Flußrichtung des Kühlmittels ist durch Pfeile symbolisiert.

10

Ein Abschnitt 19 der FluidleitungsKanäle 10 des ersten Kühlsystems erstreckt sich entlang der Seite 20 der Stützvorrichtung 5, auf welcher die Elektrode 3 aufliegt. Diese Abschnitte 19 sind insbesondere so konstruiert, daß sie
15 sich in der zweiten Schicht 52 der Stützvorrichtung 5 entlang der Auflagefläche zwischen erster Schicht 51 und zweiter Schicht 52 aus einem Refraktärmaterial 8 des Sandwich-Aufbaus erstrecken und zur ersten Schicht 51 hin offen sind. Dadurch wird beim Durchströmen des Kühlmittels durch die
20 FluidleitungsKanäle 10 im Bereich dieser Abschnitte 19 ein direkter Kontakt des Kühlmittels mit der gut wärmeleitenden ersten Schicht, auf welcher das Schmelzkontaktmaterial 2 der Elektrode 3 aufliegt, geschaffen. Die erste Schicht 51 ist dabei vorzugsweise möglichst dünn ausgeführt. Die erste
25 Schicht 51 dient hier insbesondere der mechanischen Unterstützung des Schmelzkontaktmaterials 2, um Verformungen durch den von der Schmelze ausgeübten hydrostatischen Druck zu vermeiden. Durch die möglichst dünne Ausführung der ersten Schicht 51 wird eine gute Kühlung bei geringer Trägheit
30 bezüglich der Regelbarkeit der Kühlleistung im Schmelzkontaktmaterial 2 erzielt.

Jeder der FluidleitungsKanäle 10 ist mit einem Stell- oder Regelventil 13 verbunden, welches in dieser Ausführungsform jeweils an denjenigen der Anschlüsse 9 angeschlossen ist, welcher als Zuleitung dient. Das Kühlmittel wird von einer Fluidfördereinrichtung 21 über die Stell- oder Regelventile 13 durch die FluidleitungsKanäle 10 schließlich in einen Kühler 23 gepumpt, wo dem Kühlmittel die Wärme, die es in den FluidleitungsKanälen 10 aufgenommen hat, wieder entzogen bekommt.

10

Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das erste Kühlsystem eine Fluidfördereinrichtung 21, welches eine Förderung des Fluids bei niedrigen Druckdifferenzen zwischen Ein- und Ausgang der Einrichtung von bis zu 1000 mbar ermöglicht, denn bei diesen Drücken ist es möglich, kostengünstige kolbenfreie Fluidpumpen, insbesondere Gebläse zu verwenden. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform gestattet die Förderung des Fluids bei Drücken von bis zu 500 mbar und die am meisten bevorzugte Ausführungsform ermöglicht die Förderung des Fluids bei 150 mbar. Bei diesen Ausführungsformen sind die FluidleitungsKanäle 10 jeweils mit Querschnitten versehen, welche die ausreichende Förderung des Fluids bei derart niedrigen Drücken gewährleisten. Dies ist besonders vorteilhaft, falls Gase und oder Aerosole, wie insbesondere Umgebungsluft oder Umgebungsluft mit gesteuertem Wassergehalt zur Kühlung verwendet werden, da in diesem Falle bereits einfache Gebläse an Stelle von pneumatischen Pumpsystemen verwendet werden können.

30

Ebenso ist jedoch gemäß einer weiteren Ausführungsform auch der Einsatz von Druckluft als Kühlfluid möglich. Bei Einsatz von Druckluft bietet sich der Vorteil, daß der Querschnitt

der Fluidleitungskanäle 10 reduziert werden kann. Dadurch ergibt sich unter anderem die Möglichkeit, mehr Kanäle in der Stützvorrichtung 5 unterzubringen und so beispielsweise eine höhere Ortsauflösung bei der Regelung oder Einstellung der lokalen Kühleistung zu erreichen. Auch können die Fluidleitungskanäle 10 bei geringem Querschnitt so beispielsweise zum Schmelzkontaktmaterial 2 hin offen ausgeführt werden, ohne daß es zu einer Verformung des Materials über den offenen Kanälen kommt.

Zusätzlich oder alternativ zur Verwendung von unter erhöhtem Druck stehenden Fluid kann auch auf der Abluftseite eine Saugvorrichtung angeordnet sein, welche eigenständig oder zusammen mit dem Gebläse oder den Gebläsen den Kühlfluiddurchsatz erhöht. Auch für die Saugvorrichtung werden durch die entsprechend großen Querschnitte der Fluidleitungskanäle 10 bevorzugt kostengünstige kolbenfreie Saugsysteme verwendbar...

In ähnlicher Weise ist auch das weitere Kühlsystem ausgelegt. Auch bei diesem Kühlsystem weist jeder der Fluidleitungskanäle 12 einen Abschnitt 18 auf, welcher sich entlang der Seite 20 der Stützvorrichtung erstreckt. Die Abschnitte 19 der Fluidleitungskanäle 10 des ersten Kühlsystems sind jedoch näher an der Schmelzkontaktfläche 17 der Elektrode 3 angeordnet als die Fluidleitungskanäle 12 des weiteren Kühlsystems und deren entlang der Seite 20 verlaufenden Abschnitte 18. Die Abschnitte 18 sind im Gegensatz zu den Abschnitten 19 auch nicht zur Elektrode 3 hin offen.

Ähnlich wie beim ersten Kühlsystem ist auch beim weiteren Kühlsystem ein Fluidleitungskanal 12 jeweils an zwei Anschlüsse 11 angeschlossen, von denen jeweils einer als Zuleitungsanschluß und der weitere als Rückleitungsanschluß dient. Der Zuleitungsanschluß ist jeweils mit einem Stell- oder Regelventil 15 verbunden. Ebenso wie beim ersten Kühlsystem wird das Kühlmittel oder Kühlfluid mittels einer Fluidfördereinrichtung 25 über die Stell- oder Regelventile 15 durch die Fluidleitungskanäle 12 in einen Kühler 27 gepumpt, wo das aufgeheizte Kühlmittel wieder abgekühlt wird.

Wird ein Schmelzaggregat in Betrieb genommen, das mit erstarrtem Schmelzgut, beispielsweise in Form von Scherben oder Gemenge befüllt ist, so besteht zwischen dem Schmelzkontaktmaterial 2 der im Aggregat angeordneten Heizvorrichtungen 1 zunächst keine leitende Verbindung. Insbesondere besteht in dieser Phase noch keine leitfähige Brücke vom Schmelzkontaktmaterial 2 zum Schmelzgut. Um diese herzustellen, ist es vorteilhaft, wenn die Heizvorrichtung 1 eine weitere Heizvorrichtung in Form einer Einrichtung zur Beheizung der Elektrode aufweist, die geeignet ist, das Schmelz- oder Glaskontaktmaterial zu erwärmen. Hierzu kann beispielsweise ein Querstrom, der im wesentlichen parallel zur Oberfläche des Schmelzkontaktmaterials 2 fließt, in dieses eingespeist werden, so daß durch den ohmschen Widerstand der Elektrode 3 deren Erwärmung und damit die zusätzliche Erwärmung und das Anschmelzen des Schmelzgutes bzw. des Glases bewirkt. Eine solche ohmsche Heizvorrichtung umfaßt bei den in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsformen eine Stromversorgung 37, die über elektrische Zuleitungen 33 und 35 mit Laschen 29, 31 der Elektrode 3 verbunden ist. Der Strom aus der Stromversorgung

37 fließt so über die Laschen als Querstrom durch das Schmelzkontaktmaterial 2. Die Querbestromung der Elektrode kann mit einem geeigneten Schalter 34 und/oder durch Zu- oder Abschaltung der Stromversorgung 37 ein- oder ausgeschaltet werden. Hat die Schmelze beispielsweise eine ausreichende Leitfähigkeit, so daß diese durch konduktive Beheizung weiter erwärmt werden kann, so kann die Querbestromung ausgeschaltet werden.

Die Einrichtung zur Beheizung der Elektrode kann auch vorteilhaft eine Einrichtung zur Erwärmung des Kühlfluids umfassen. Während des Aufheizens der Schmelze oder des Gemenges kann die Schmelzkontaktfläche 17 so auch mit einer Einrichtung zur Erwärmung des Kühlfluids zusätzlich beheizt werden. In diesem Falle kann der Kühler 23 über Heizeinrichtungen, wie beispielsweise Wärmetauscher, elektrische Widerstands- oder fossile Brennstoffheizeinrichtungen verfügen. Eine Vorheizung durch Erwärmung des Kühlmittels ist beispielsweise vorteilhaft, um den Niederschlag von Feuchtigkeit auf der Elektrode 3 zu verhindern, indem diese über den Taupunkt der Oberofenatmosphäre erwärmt wird. Feuchtigkeit kann im Schmelzaggregat in größeren Mengen während der Inbetriebnahme des Aggregates entstehen, wenn das Schmelzgut oder Gemenge im Aggregat ebenfalls mit fossilen Brennern vorerhitzt wird.

Im normalen Betriebszustand wird das abgekühlte Kühlmittel dann erneut der Fluidfördereinrichtung 25 zugeführt und der Kühlmittelkreislauf hierdurch geschlossen.

Das erste Kühlsystem wird vorzugsweise mit einem gasförmigen Kühlmittel, insbesondere mit Luft betrieben. Entsprechend

kann die Fluidfördereinrichtung 21 ein Gebläse umfassen. Das weitere Kühlsystem kann beispielsweise ein flüssiges Kühlmittel verwenden. Ferner ist ein Gemisch von Gas und Flüssigkeit verwendbar, bei welchem der Flüssigkeitsgehalt einstell- oder regelbar ist, um derart einen sehr definierten Wärmeaustrag zu gewährleisten. In diesem Fall kann die im Gas gelöste oder als Aerosol vorliegende Flüssigkeit, beispielsweise beim Phasenübergang von flüssig zu gasförmig, Kondensationswärme entziehen oder kann bei gelöst vorliegendem Flüssigkeitsanteil die Stärke der Kühlwirkung sehr genau dosiert werden.

In Fig. 2 ist eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsform gezeigt, bei welcher die Stützvorrichtung 5 nicht in Sandwich-Bauweise aufgebaut ist. Bei dieser Ausführungsform erstreckt sich ebenfalls ein Abschnitt 19 der Fluidleitungskanäle 10 des ersten Kühlsystems entlang der Seite 20 der Stützvorrichtung 5, auf welcher die Elektrode 3 aufliegt. Bei dieser Ausführungsform sind die Abschnitte 19 direkt zur Elektrode 3 hin offen. Auf diese Weise wird ein direkter Kontakt des Kühlmittels mit der Elektrode 3 hergestellt und so für eine besonders gute und schnell regelbare Kühlung erreicht. Auch wird eine Wärmetransport-Barriere, wie sie zwischen zwei Schichten bei einer Sandwich-Konstruktion der Stützvorrichtung entsteht, vermieden.

Das Schmelzkontaktmaterial 2 der Elektrode 3 muß jedoch hier auch bei den hohen Einsatztemperaturen eine ausreichende Festigkeit aufweisen, um eine Verformung oder sogar ein Aufreißen des im Bereich der Abschnitte 19 freitragenden Schmelzkontaktmaterials 2 durch den hydrostatischen Druck der Schmelze zu verhindern. Dazu sind beispielsweise

Refraktärmetalle, wie etwa Wolfram geeignet. Gegenüber Platinmetallen weisen diese jedoch keine so hohe Oxidationsbeständigkeit auf und müssen unter Umständen vor Sauerstoffeinwirkung geschützt werden.

5

Fig. 3A zeigt eine Aufsicht auf die Schmelzkontaktfläche 17 der Elektrode 3 einer Ausführungsform der Erfindung. Die Schmelzkontaktfläche 17 dieser Ausführungsform ist mit rechteckiger Form dargestellt, jedoch sind eine Vielzahl von Formen der Elektrode 3 möglich, die sich aus der jeweiligen Anpassung der Heizvorrichtung 1 an die spezifische Form und Konstruktion des Schmelzaggregates ergeben.

Die Fluidleitungskanäle 10 und 12 des ersten und zweiten Kühlsystems, welche in der dargestellten Aufsicht unterhalb der Elektrode 3 verlaufen, sind mit gestrichelten Linien dargestellt.

Die Abschnitte 18 der Fluidleitungskanäle 12 des weiteren Kühlsystems sind bei dieser Ausführungsform so angeordnet, daß sie in Richtung senkrecht zur Wärmeausbreitungsrichtung quer zu den Abschnitten 19 der Fluidleitungskanäle 10 des ersten Kühlsystems verlaufen. Durch diese kreuzweise Anordnung und Einstellung oder Regelung der Kühlleistung der einzelnen Kanäle kann die laterale Temperaturverteilung und/oder die Kühlleistung auf der Schmelzkontaktfläche 17 der Elektrode 3 beeinflußt werden und eine nahezu beliebige zweidimensionale Temperatur- und/oder Kühlleistungsverteilung eingestellt werden.

30

In Fig. 3B ist eine Aufsicht auf die Schmelzkontaktfläche 17 der Elektrode 3 einer weiteren Ausführungsform der Erfindung

dargestellt. Hier verlaufen die Abschnitte 18 und 19 des ersten und zweiten Kühlsystems nicht quer, sondern in Richtung entlang der Schmelzkontaktfläche 17 parallel zueinander. Insbesondere sind die Fluidleitungschanäle 11 und 12 im Bereich der Abschnitte 18 außerdem ineinandergeführt. Beispielsweise können die Abschnitte 18 des zweiten Kühlsystems metallische Kühlrohre umfassen, welche innerhalb der Abschnitte 19 des ersten Kühlsystems verlegt sind. Dadurch wird ein besonders kompakter Gesamtaufbau, sowie auch eine zusätzliche Kühlung des Kühlfluids des ersten Kühlsystems erreicht.

In Fig. 4 ist eine schematische Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Heizvorrichtung 1 mit segmentierter Elektrode 3 dargestellt. Diese Ausführungsform weist, ähnlich wie die anhand von Fig. 1 dargestellte Ausführungsform eine Stützvorrichtung 5 aus feuerfestem Material auf, an welcher Anschlüsse 9 und 11 für die Fluidleitungschanäle 10 und 12 der Kühlsysteme im Inneren der Stützvorrichtung 5 angebracht sind.

Die Elektrode 3 dieser Ausführungsform ist in zwei Segmente 61 und 63 so aufgeteilt, daß auch die Schmelzkontaktfläche 17 in zwei Teile unterteilt ist.

Die Segmente 61 und 63 sind so auf der Seite 20 der Stützvorrichtung 5 angeordnet, daß sie sich nicht berühren. Dadurch sind, sofern das feuerfeste Material der Stützvorrichtung 5 nichtleitend ist, die Segmente 61 und 63 isoliert zueinander befestigt.

Jedes der Segmente 61 und 63 besitzt eine eigene elektrische

Zuleitung 71, beziehungsweise 73. In Verbindung mit der isolierten Anordnung der Segmente 61 und 63 wird es damit beispielsweise möglich, die Segmente 61 und 63 unabhängig voneinander zur lokalen Regelung oder Einstellung der Heizleistung zu betreiben.

Außerdem kann zwischen einzelnen Elektrodensegmenten, beispielsweise zwischen den Segmenten 61, 63 einer Elektrode 3 eine Spannung angelegt werden, welche eine konduktive Beheizung des Schmelzguts in der Nähe der segmentierten Elektrodenteile bewirkt. Dieser Betrieb kann unabhängig von den üblichen, zur konduktiven Beheizung eingesetzten Strömen zwischen einem Elektrodenpaar gesteuert werden und kann beispielsweise während der Startphase dazu dienen, das Schmelzgut vor der Elektrode 3 in einem breiteren Bereich zu verflüssigen, um derart die konduktive Heizwirkung zügiger in einem großflächigeren Bereich, dies bedeutet mit größerem wirksamen Querschnitt des fließenden Stroms, zu entfalten.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung kann die Schmelztemperatur, insbesondere von Kernbereichen der Schmelze mehr als 200°C über der höchsten Temperatur an der Schmelzkontaktfläche 17 der Elektrode 3 liegen, ohne dass hierdurch eine erhöhte Abnutzung der Elektrode 3 oder ein verstärkter Eintrag von Verunreinigungen in die Schmelze selbst stattfindet.

Durch die vorstehend beschriebene Temperaturüberhöhung zwischen der Elektrode 3, insbesondere der Glas- oder Schmelzkontaktfläche 17 der Elektrode 3 und den Kernbereichen der Schmelze wird auch die Läuterung der Schmelze entsprechend verbessert und beschleunigt. Insbesondere kann

die Temperatur der Schmelze aufgrund der Temperaturüberhöhung oberhalb der Anwendungsgrenztemperatur des Schmelzkontaktmaterials 2 liegen, da das Schmelzkontaktmaterial 2 durch die Kühlung unterhalb dieser maximal verträglichen Temperatur gehalten werden kann.

Die Erfindung bringt aber bereits auch Vorteile, wenn die Temperatur der Schmelze nur 50°C, 100°C oder 200°C über der Temperatur der Elektrode 3 liegt. Diese Temperaturüberhöhung oder die Temperatur der Schmelze kann beispielsweise mittels Thermoelementen, Pyrometern oder anderen, dem Fachmann bekannten Verfahren erfasst werden und deren Meßwerte in eine Regelung der Kühl- und/oder Heizleistung mit einbezogen werden.

In Fig. 5 ist ein schematischer Querschnitt durch ein als ganzes mit 40 bezeichnetes Schmelz- oder Läuteraggregat dargestellt, in welchem erfindungsgemäße Heizvorrichtungen 1 zur Beheizung einer im Aggregat 40 befindlichen Schmelze 39 verwendet werden. Der Übersichtlichkeit halber sind dabei in Fig. 5 die Kühlsysteme, sowie die Einrichtungen zur ohmschen Beheizung der Elektroden 3 durch Querbestromung nicht dargestellt.

Zur konduktiven Beheizung der Schmelze 39 sind zwei der Heizvorrichtungen 1 in jeweils eine Öffnung in den Wandungen 42 des Schmelzaggregates 40 eingesetzt und mittels der Haltebleche 14 befestigt. Dabei füllt das Schmelzkontaktmaterial 2 der Elektroden 3 die jeweilige Öffnung aus und bildet so einen Bestandteil der Wandungen 42. Bevorzugt sind dabei die Heizvorrichtungen 1 an gegenüberliegenden Wänden des Schmelzaggregates 40 angeordnet.

Die Zuleitungen 7 der Heizvorrichtungen 1 sind an einer Strom-, beziehungsweise Spannungsversorgung 80 zur konduktiven Beheizung der Schmelze 39 angeschlossen. Durch
5 Anlegen einer Spannung an die gegenüberliegenden Elektroden 3 fließt bei hinreichender Leitfähigkeit ein Strom durch die Schmelze 39 und heizt diese konduktiv. Durch die konduktive Beheizung wird die Heizleistung entlang des gesamten Strompfad durch die Schmelze 39 verteilt, wodurch die
10 Schmelze 39 sehr gleichmäßig erwärmt wird.

Es liegt ferner im Rahmen der Erfindung, nicht nur Schmelz- oder Läuervorrichtungen mit den vorstehend beschriebenen Heizvorrichtungen zu versehen, sondern es können diese
15 darüber hinaus auch bei Konditionierungseinrichtungen und insbesondere auch bei Rinnen für den Transport des Schmelzgutes eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

1	Heizvorrichtung
2	Schmelzkontaktmaterial
3	Elektrode
61, 63	Elektrodensegmente
5	Stützvorrichtung
7, 71, 73	Elektrische Zuleitungen
8	Refraktärmaterial
9	Anschlüsse an Fluidleitungskanäle des ersten Kühlsystems
10	Fluidleitungs kanal des ersten Kühlsystems
11	Anschlüsse an Fluidleitungs kanäle des weiteren Kühlsystems
12	Fluidleitungs kanal des weiteren Kühlsystems
13	Stell- oder Regelventil des ersten Kühlsystems
14	Halteblech
15	Stell- oder Regelventil des weiteren Kühlsystems
17	Schmelzkontaktfläche
18	Abschnitt des Fluidleitungs kanals 11
19	Abschnitt des Fluidleitungs kanals 9
20	Seite der Stützvorrichtung, auf welcher die Elektrode 3 aufliegt
21	Fluidfördereinrichtung des ersten Kühlsystems
23	Kühler des ersten Kühlsystems
25	Fluidfördereinrichtung des weiteren Kühlsystems
27	Kühler des weiteren Kühlsystems
29, 31	Laschen

33, 35	Zuleitungen für Querbestromung
34	Schalter für Querbestromung
37	Stromversorgung für Querbestromung
39	Schmelze
40	Schmelzaggregat
42	Wandungen des Schmelzaggregates 40
51	erste Schicht der Stützvorrichtung 5
52	zweite Schicht der Stützvorrichtung 5
80	Stromversorgung zur konduktiven Schmelzenbeheizung

Ansprüche

1. Heizvorrichtung (1) zur konduktiven Beheizung von
5 Schmelzen (39), insbesondere zum raschen Einschmelzen,
zur Läuterung und/oder zum Konditionieren von Schmelzen
(39), welche zumindest eine Elektrode (3) umfasst,
dadurch gekennzeichnet, daß die Heizvorrichtung (1)
zumindest ein erstes Kühlsystem mit Mitteln zur zeitlich
10 und örtlich variablen Steuerung und/oder Regelung der
Kühlleistung in mehreren wählbaren Bereichen der
Elektrode(3) aufweist.
2. Heizvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
15 daß das erste Kühlsystem eine Fluidfördereinrichtung
(21) umfasst, welche vorzugsweise eine Förderung des
Fluids bei niedrigen Druckdifferenzen von bis zu 1000
mbar, bevorzugt bis zu 500 mbar und am bevorzugtesten
bis zu 150 mbar ermöglicht.
- 20 3. Heizvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die Fluidfördereinrichtung (21) insbesondere
bezüglich der Temperatur, des Flüssigkeitsgehalts
und/oder der Durchflußmenge des Fluids einstell-
25 und/oder regelbar ist.
4. Heizvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch
gekennzeichnet, daß das erste Kühlsystem eine Vielzahl
von Fluidleitungskanälen (10) umfasst.

5. Heizvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest Abschnitte (19) der Fluidleitungskanäle (10) in verschiedenen Ebenen quer zueinander verlaufen.
- 5 6. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Fluidleitungskanal (10) mit einer Einrichtung zur Einstellung und/oder Regelung des Durchflusses von Kühlfluid verbunden ist.
- 10 7. Heizvorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Einrichtung zur Einstellung und/oder Regelung des Durchflusses von Kühlfluid ein Stell- oder Regelventil (13) umfasst.
- 15 8. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Kühlsystem eine Luftkühlung und/oder eine Flüssigkeitskühlung und/oder eine Aerosolkühlung umfasst.
- 20 9. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein weiteres Kühlsystem und Mittel zum voneinander unabhängigen Einstellen und/oder Regeln der Kühlsysteme aufweist.
- 25 10. Heizvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Kühlsystem eine Vielzahl von Fluidleitungskanälen (12) umfasst.
- 30 11. Heizvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest Abschnitte (18) der Fluidleitungskanäle (12) des weiteren Kühlsystems vorzugsweise in Richtung senkrecht zur

Wärmeausbreitungsrichtung quer zu Abschnitten (19) von Fluidleitungskanälen (10) des ersten Kühlsystems verlaufen.

- 5 12. Heizvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest Abschnitte (18) der Fluidleitungskanäle (12) des weiteren Kühlsystems vorzugsweise in Richtung senkrecht zur Wärmeausbreitungsrichtung parallel zu Abschnitten (19) von Fluidleitungskanälen (10) des ersten Kühlsystems verlaufen.
- 10 13. Heizvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest Abschnitte (18) der Fluidleitungskanäle (12) des weiteren Kühlsystems und Abschnitte (19) von Fluidleitungskanälen (10) des ersten Kühlsystems ineinandergeführt verlaufen.
- 15 14. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Fluidleitungskanäle (10) so angeordnet sind, daß zumindest ein Abschnitt (19) der Fluidleitungskanäle (10) des ersten Kühlsystems näher an der Schmelzkontaktfläche (17) der zumindest einen Elektrode (3) angeordnet ist, als die Fluidleitungskanäle (12) des weiteren Kühlsystems.
- 20 15. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Elektrode (3) eine Stützvorrichtung (5) umfasst.
- 25 16. Heizvorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützvorrichtung (5) auf einer
- 30

der Schmelzkontaktfläche (17) abgewandten Seite der Elektrode (3) angeordnet ist.

5 17. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützvorrichtung (5) mehrschichtig aufgebaut ist.

10 18. Heizvorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützvorrichtung (5) eine erste Schicht (51) aufweist, die zwischen der Elektrode (3) und zumindest einer darauffolgenden zweiten Schicht (52) der Stützvorrichtung (5) angeordnet ist, wobei die erste Schicht (51) eine höhere Wärmeleitfähigkeit als die zweite Schicht (52) aufweist.

15 19. Heizvorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht (51) ein schmelzgegossenes und/oder dicht gesintertes Material, insbesondere AZS oder Al_2O_3 oder HZFC umfaßt.

20 20. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, wobei die der Schmelzkontaktfläche (17) abgewandte Seite der zumindest einen Elektrode (3) auf einer Seite (20) der Stützvorrichtung (5) aufliegt, dadurch gekennzeichnet, daß sich zumindest ein Abschnitt (19) eines Fluidleitungschanals (10) entlang dieser Seite (20) der Stützvorrichtung (5) erstreckt.

25 30 21. Heizvorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Abschnitt (19) des zumindest einen Fluidleitungschanals (10) zur Elektrode (3) oder bei einer mehrschichtig aufgebauten Stützvorrichtung (5)

zu einer ersten, zwischen Elektrode (3) und zumindest einer darauffolgenden zweiten Schicht (52) angeordneten Schicht (51) der Stützvorrichtung (5) hin offen ist.

- 5 22. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Elektrode (3) zumindest zwei Elektrodensegmente (61, 63) umfasst.
- 10 23. Heizvorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodensegmente (61, 63) zueinander isoliert sind.
- 15 24. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Elektrode (3) ein Schmelzkontaktmaterial (2) aufweist, welches elektrisch leitfähige Kermamik, wie beispielsweise SnO_2 -Keramik und/oder Refraktärmetalle, insbesondere hochschmelzende Metalle, insbesondere Wolfram, Molybdän, Osmium, Hafnium, Tantal oder deren
- 20 Legierungen, und/oder Platinmetalle, insbesondere Platin, Iridium, Rhodium oder deren Legierungen umfasst.
- 25 25. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Elektrode (3) ein Schmelzkontaktmaterial (2) aufweist, welches ein feinkornstabilisiertes Material, insbesondere ein hochfestes Platinmaterial oder Iridiummaterial umfasst.
- 30 26. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Elektrode (3) einen Wandbereich eines Tiegels, insbesondere eines Skulttiegels bildet.

27. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, gekennzeichnet durch zumindest einen Temperatursensor, insbesondere ein Thermoelement.

5

28. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest das erste Kühlsystem zumindest einen Durchflußmesser umfasst.

10

29. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 28, gekennzeichnet durch eine Heizleistungsregelung, insbesondere eine Heizstromregelung zur Regelung des Heizstroms in Abhängigkeit von der Kühlleistung, der Schmelztemperatur und/oder der Elektrodentemperatur.

15

30. Heizvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur Beheizung der Elektrode (3).

20

31. Heizvorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Beheizung der Elektrode (3) eine ohmsche Heizeinrichtung, welche geeignet ist, das Schmelz- oder Glaskontakmaterial und/oder Teile der Elektrode selbst zu erwärmen, umfaßt.

25

32. Heizvorrichtung nach Anspruch 30 oder 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Beheizung der Elektrode (3) eine Einrichtung zur Erwärmung des Kühlfluids umfasst.

30

33. Heizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass diese in die Wandung (42)

eines Schmelzaggregates (40) einsetzbar ist und einen Teil der Wandung (42) des Schmelzaggregates (40) bildet.

- 5 34. Heizvorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanten der Heizeinrichtung (1) im Anschlußbereich zu den Wandungen (42) des Schmelzaggregates (40) gekühlt sind.
- 10 35. Schmelzaggregat (40) zur konduktiven Beheizung von Schmelzen (39), umfassend zumindest eine Heizvorrichtung (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche.

Fig. 1

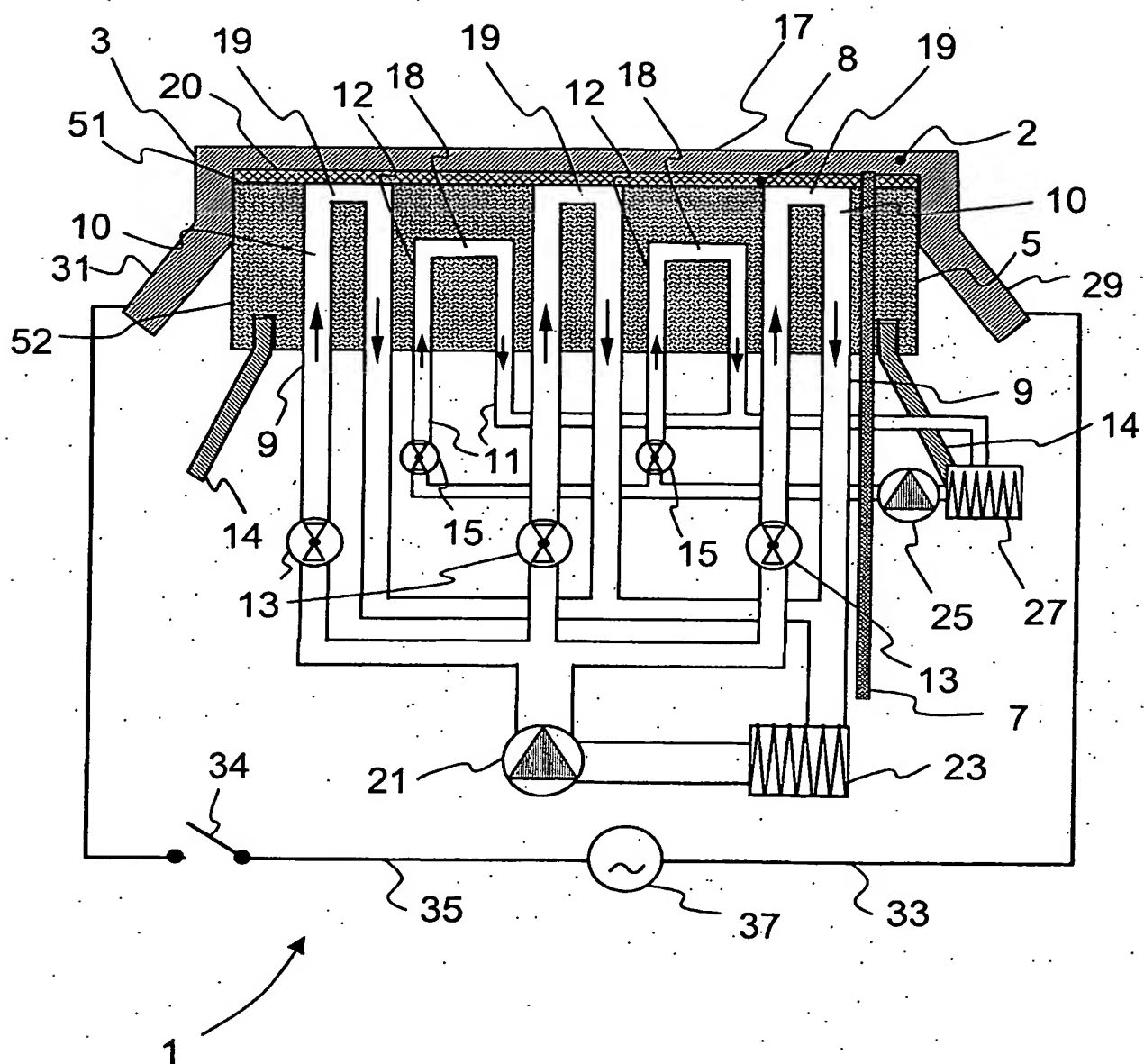


Fig. 3A

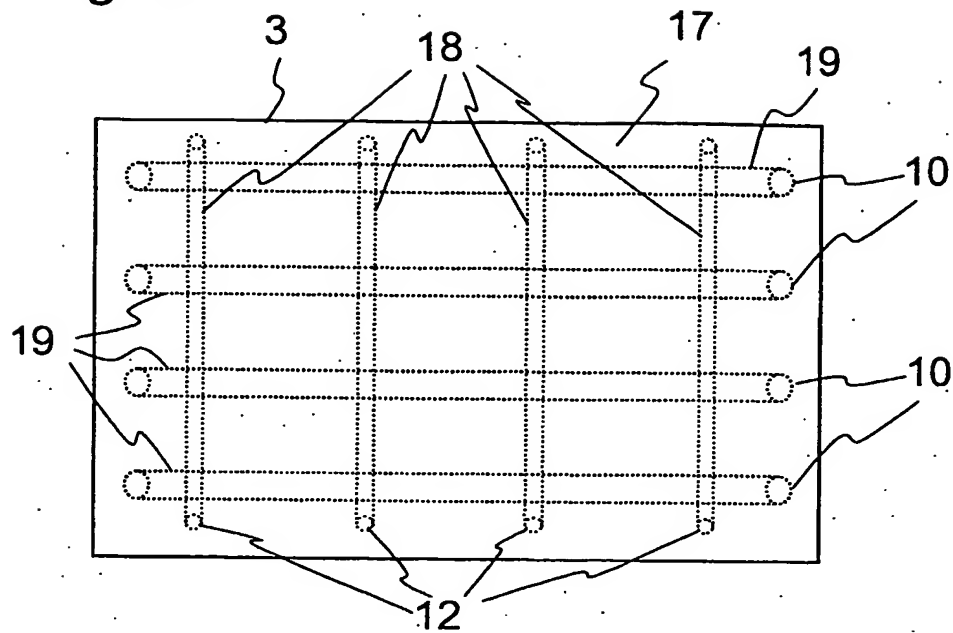


Fig. 3B

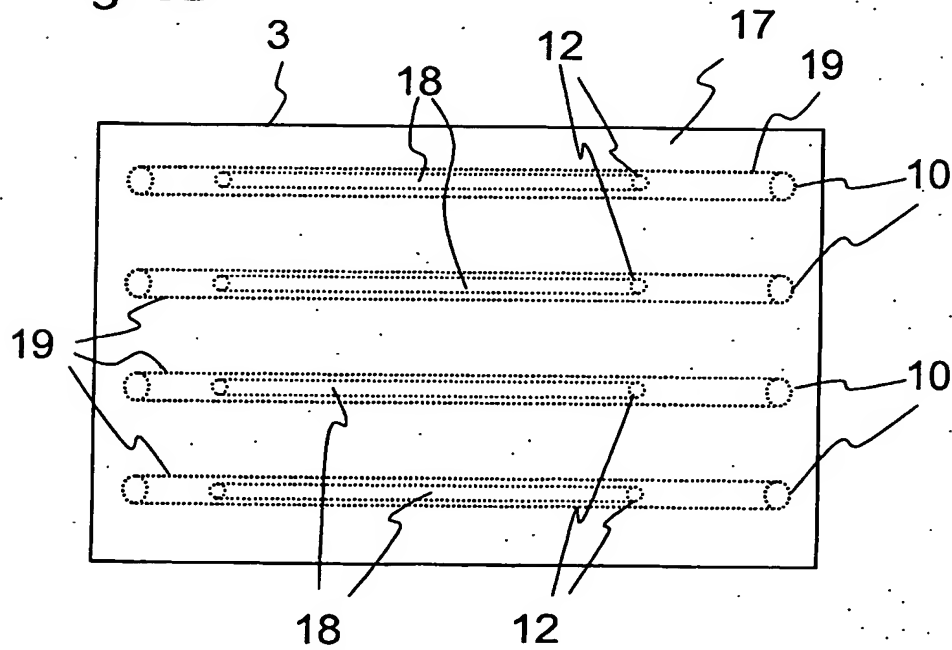


Fig. 4

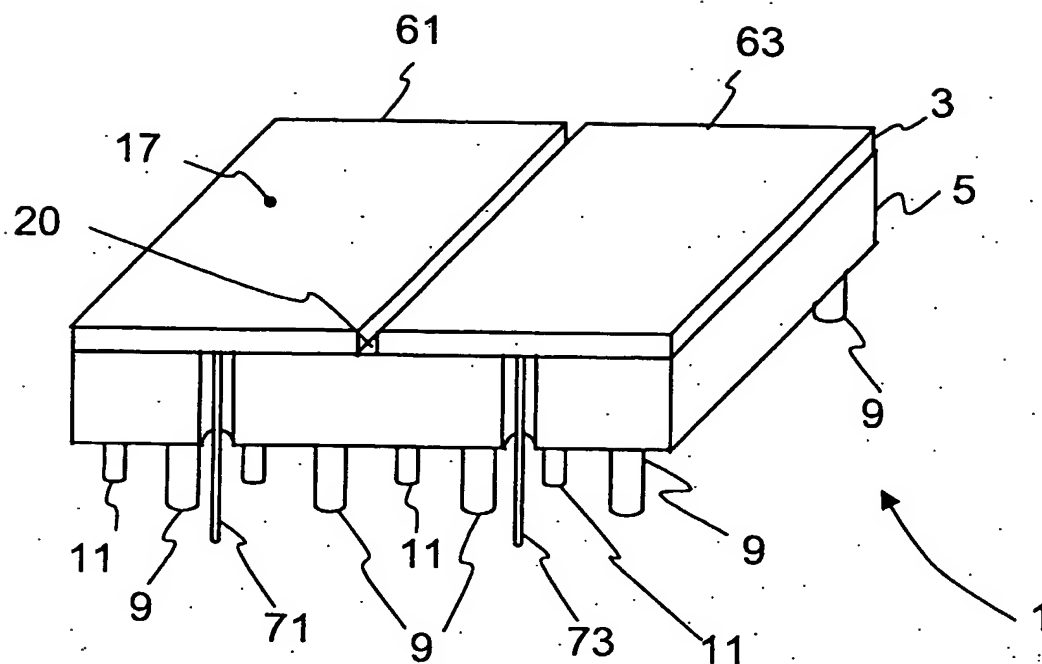
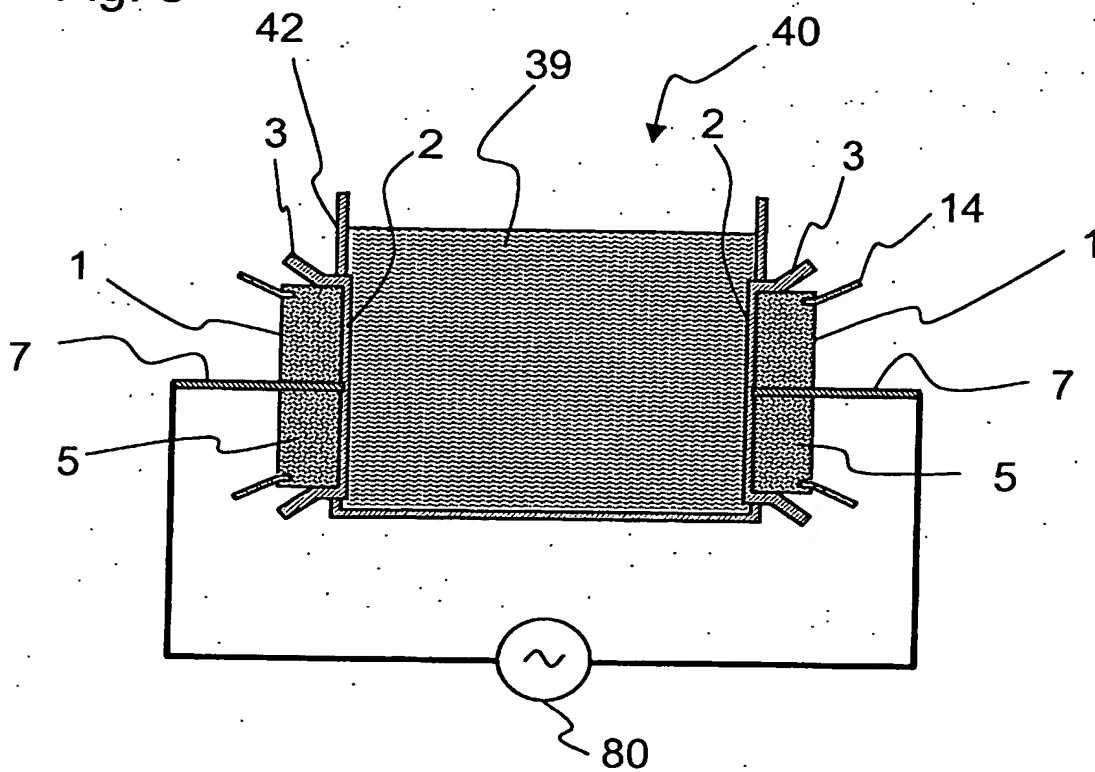


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/13352

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H05B3/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 644 463 A (BALZARETTI MODIGLIANI SPA) 11 October 1950 (1950-10-11) page 1, line 15 - line 20; claim 1 ----	1
A	DE 199 25 554 A (SMS DEMAG AG) 7 December 2000 (2000-12-07) figure 1 -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 February 2004

Date of mailing of the international search report

20/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Taccoen, J-F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/13352

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 644463	A	11-10-1950	NONE	
DE 19925554	A	07-12-2000	DE 19925554 A1	07-12-2000
			CA 2376150 A1	14-12-2000
			CN 1365593 T	21-08-2002
			EG 22333 A	31-12-2002
			WO 0076275 A1	14-12-2000
			EP 1183914 A1	06-03-2002
			JP 2003501791 T	14-01-2003
			PL 352313 A1	11-08-2003
			TR 200103501 T2	22-04-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13352

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H05B3/03

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 644 463 A (BALZARETTI MODIGLIANI SPA) 11. Oktober 1950 (1950-10-11) Seite 1, Zeile 15 - Zeile 20; Anspruch 1	1
A	DE 199 25 554 A (SMS DEMAG AG) 7. Dezember 2000 (2000-12-07) Abbildung 1	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Februar 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/02/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Taccoen, J-F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13352

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 644463	A	11-10-1950	KEINE
DE 19925554	A	07-12-2000	DE 19925554 A1 07-12-2000
		CA 2376150 A1	14-12-2000
		CN 1365593 T	21-08-2002
		EG 22333 A	31-12-2002
		WO 0076275 A1	14-12-2000
		EP 1183914 A1	06-03-2002
		JP 2003501791 T	14-01-2003
		PL 352313 A1	11-08-2003
		TR 200103501 T2	22-04-2002